

T S3/5/1

3/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014725927 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2002-546631/200258

XRPX Acc No: N02-432681

**Driving circuit of four-phase driving vibration type piezoelectric actuator, has pulse generating circuit which outputs pulses to first and second switching circuits with a phase difference of 90 degrees**

Patent Assignee: CANON KK (CANO ); HAYASHI T (HAYA-I); YAMAMOTO S (YAMA-I)

Inventor: HAYASHI T; YAMAMOTO S

Number of Countries: 002 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
US 20020053858	A1	20020509	US 2001962312	A	20010926	200258 B
JP 2002176788	A	20020621	JP 2001232256	A	20010731	200258
JP 2002142475	A	20020517	JP 2000334989	A	20001101	200258

Priority Applications (No Type Date): JP 2001232256 A 20010731; JP 2000296426 A 20000928; JP 2000334989 A 20001101

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
US 20020053858	A1		37	H02N-002/00	
JP 2002176788	A		12	H02N-002/00	
JP 2002142475	A		9	H02N-002/00	

Abstract (Basic): US 20020053858 A1

**NOVELTY** - A pulse generating circuit generates a pulse according to a driving frequency. A first switching circuit outputs an AC voltage to a first transformer (48) by ON/OFF controlling a switching element according to the generated pulse. A second switching circuit outputs an AC voltage to a second transformer (49) by ON/OFF controlling the switching element according to the generated pulse.

**DETAILED DESCRIPTION** - One pair of the two-phase driving phases are respectively connected to two ends of the secondary side of the first transformer, and the other pair of the two-phase winding phases are respectively connected to two ends of the secondary side of the second transformer. The pulse generating circuit outputs pulses to the first and second switching circuits with a phase difference of 90 degrees.

**USE** - For four-phase driving vibration type actuator used in driving unit of image forming apparatus.

**ADVANTAGE** - Provides small-sized and inexpensive driving circuit which exhibits a small variation in output voltage between phase without any special adjustment, and which can efficiently drive a moving member.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S)** - The figure is a circuit diagram showing the driving circuit.

First transformer (48)

Second transformer (49)

pp; 37 DwgNo 6/28

Title Terms: DRIVE; CIRCUIT; FOUR; PHASE; DRIVE; VIBRATION; TYPE; PIEZOELECTRIC; ACTUATE; PULSE; GENERATE; CIRCUIT; OUTPUT; PULSE; FIRST; SECOND; SWITCH; CIRCUIT; PHASE; DIFFER; DEGREE

Derwent Class: U21; U22; U24; V06

International Patent Class (Main): H02N-002/00

International Patent Class (Additional): H01L-041/09

File Segment: EPI

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-176788

(P2002-176788A)

(43) 公開日 平成14年6月21日 (2002.6.21)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テームト\* (参考)

H 0 2 N 2/00

H 0 2 N 2/00

C 5 H 6 8 0

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-232256 (P2001-232256)

(22) 出願日 平成13年7月31日 (2001.7.31)

(31) 優先権主張番号 特願2000-296426 (P2000-296426)

(32) 優先日 平成12年9月28日 (2000.9.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 林 禎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 山本 新治

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100067541

弁理士 岸田 正行 (外2名)

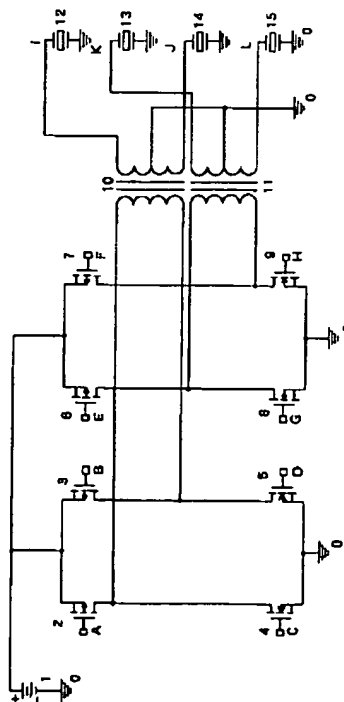
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 4相駆動振動型アクチュエータの駆動回路

(57) 【要約】

【課題】 部品点数を増やすことなく安価で省スペースな回路によって4相駆動振動型アクチュエータを駆動する駆動回路を提供する。

【解決手段】 駆動相の4相の電極 (A+, B+, A-, B-) を設けた振動型アクチュエータに対して、2つのセンタータップ付のトランス10、11を用意し、トランス10、11の二次側の両端に圧電素子のA+電極とA-電極、B+電極とB-電極を接続し、駆動周波数に応じてパルス発生回路で発生したパルスにより各トランス毎に設けた各スイッチング回路 (FET2~5、FET6~9) をオン・オフ制御してトランス11とトランス12に交流電圧を発生させ、その際両方のスイッチング回路へのパルスに90°の位相差を持たせる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動体の電気-機械エネルギー変換素子に共振振動の波長の4分の一波長おきに設けた4相の駆動相に、互いに時間的位相差を有する4相の交流信号を印加することにより、共振振動の波長に対して半波長の位置的關係にある一方の2相の駆動相で形成される定在波と、他方の2相の駆動相で形成される定在波との合成により進行波を形成する4相駆動振動型アクチュエータの駆動回路において、

駆動周波数に応じたパルスが発生するパルス発生手段と、前記パルス発生手段からのパルスによりスイッチング素子がオン・オフ制御されて第1のトランスに交流電圧を出力させる第1のスイッチング回路と、前記パルス発生手段からのパルスによりスイッチング素子がオン・オフ制御されて第2のトランスに交流電圧を出力させる第2のスイッチング回路とを有し、前記第1のトランスの二次側両端に前記一方の2相の駆動相を夫々接続し、前記第2のトランスの二次側両端に前記他方の2相の駆動相を夫々接続し、前記パルス発生手段から前記第1のスイッチング回路と前記第2のスイッチング回路へのパルスを90°の位相差を持って出力させたことを特徴とする4相駆動振動型アクチュエータの駆動回路。

【請求項2】 前記第1および第2のトランスの各一次側は夫々前記第1および前記第2のスイッチング回路に接続され、前記第1および第2のトランスの各二次側には接地されたセンタータップが設けられていることを特徴とする請求項1に記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【請求項3】 前記第1および第2のスイッチング回路は、複数のスイッチング素子でブリッジ回路に構成され、前記第1および第2のトランスの一次側のコイルに電流を流す方向を駆動周波数で交互に切り替えることによって前記第1および第2のトランスに夫々2相分の交流信号を発生させることを特徴とする請求項1または2に記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【請求項4】 前記第1および第2のトランスは、夫々一次側の巻き線に直流電源に接続されたセンタータップが設けられ、前記第1および第2のトランスの一次側の両端に夫々前記スイッチング素子を接続した第1および第2のスイッチング回路を構成し、前記第1および第2のスイッチング回路における一対の前記スイッチング素子に互いに時間的に180°ずれたパルスを供給することによって、前記第1および第2のトランスにそれぞれ2相分の交流信号を発生させることを特徴とする請求項1または2に記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【請求項5】 前記第1および第2のトランスは、夫々一次側の巻き線に直流電源に接続されたセンタータップが設けられ、前記第1および第2のトランスの一次側の片端に前記スイッチング素子を接続すると共に他端にダ

イオードを接続して夫々第1および第2のスイッチング回路を構成し、前記第1および第2のスイッチング回路の前記各スイッチング素子を夫々駆動することによって、前記第1および前記第2のトランスに夫々2相分の交流信号を発生させることを特徴とする請求項1または2に記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【請求項6】 前記第1および第2のトランスの一次側の巻き線の片端を直流電源に接続すると共に他端を前記スイッチング素子に接続して夫々前記第1および第2のスイッチング回路を構成し、前記第1および第2のスイッチング回路の前記各スイッチング素子を駆動することによって、前記第1および前記第2のトランスに夫々2相分の交流信号を発生させることを特徴とする請求項1または2に記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【請求項7】 前記第1および第2のトランスは、二次側の巻き線でセンタータップから両端の端子までのコイルと一次側の結合係数およびトランスの二次側の巻き線でセンタータップから両端の端子までのコイルのインダクタンス値がほぼ等しい値となるように調整されていることを特徴とする請求項2乃至6のいずれかに記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【請求項8】 前記第1および前記第2のトランスは、二次側巻き線が壁部で仕切られた同じスペースに積層状に巻かれていて、インダクタンス値を調整するために内側のコイルと外側のコイルの巻き線数が異なることを特徴とする請求項7に記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【請求項9】 前記第1および第2のトランスは、バイファイラ巻きによって巻かれてセンタータップがつけられていることを特徴とする請求項7に記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【請求項10】 前記第1および第2のトランスの各一次側は夫々前記第1および前記第2のスイッチング回路に接続され、前記第1のトランスの二次側には前記一方の2相の駆動相の片方の電極が接続され、前記第2のトランスの二次側には前記他方の2相の駆動相の片方の電極が接続され、前記一方及び他方の駆動相の他方の各電極を互いに接続したことを特徴とする請求項1に記載の4相駆動振動型アクチュエータ駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像形成装置の駆動部等に用いられる振動型アクチュエータの駆動回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】振動型アクチュエータは、振動減衰性の少ない金属等の弾性体に電気-機械エネルギー変換素子としての圧電素子を接着して形成された振動体、あるいは弾性体間に圧電素子を挟持して形成された振動体を基

本的構成として有している。そして、前記圧電素子に駆動回路から周波信号としての駆動信号を印加し、前記振動体の共振周波数付近での駆動により、前記振動体に加圧接触する接触体と、前記振動体とを相対駆動する。

【0003】上記した弾性体に圧電素子を接着するタイプの振動体としては、例えばリング状または円盤状の弾性体の片面側に、通常圧電素子を複数配し、何組かの圧電素子を適当に組み合わせ（これを相と呼ぶ）、この相を複数設け、これらの複数の相に時間的な位相をずらし

て駆動信号を印加して夫々定在波を形成し、これらの複数の定在波の合成により、振動体に進行波を起し、前記圧電素子の接着面とは反対面に加圧接触している接触体、例えば移動体を駆動している。

【0004】従来、振動型アクチュエータの駆動回路は、特開平8-33364号公報の図4、7、8、9、10、11や、特開平9-271174号公報の図1、および特開平11-178364号公報の図3に示されるように、スイッチング回路、トランス、パルス発生回路、直流電源から構成され、いずれの回路もスイッチング回路によって直流電源からトランスに流す電流を駆動周波数でON/OFFすることによ

て、トランスの二次側に比較的大きな交流駆動信号を発生させる回路である。

【0005】このような回路では相の数だけスイッチング回路、トランス、パルス発生回路が必要である。例えば、2相駆動振動型アクチュエータの駆動回路は図17に示すような回路であるが、4相駆動型の振動型アクチュエータの駆動回路は図18のようになり、かなり大規模になってしまう。

【0006】図17、図18において、501～506はトランスを示し、550～573はMOSFET、510～515は振動型アクチュエータの駆動相、530、531は電源を示す。また、図17、18ではパルス発生回路は省略している。実際にはMOSFETのゲートはすべてパルス発生回路に接続され、トランスの一次側のコイルに流れる電流の方向が駆動周波数で切り替わるように駆動信号が入るようになっている。

【0007】図17に示す2相駆動振動型アクチュエータの駆動回路において、振動型アクチュエータの振動体を例えばリング状の弾性体の片面に圧電素子を接合したタイプとし、両相に波長 $\lambda$ の定在波を複数波数形成する場合、前記リング状の圧電素子に対して $1/2\lambda$ （半波長）の間隔で分極方向を異極とする領域を複数形成し、これを一方の相510とし、この一方の相510に対して例えば $1/4\lambda$ の間隔を有して同様に半波長の間隔で分極方向を異極とする領域を複数形成したものを他方の相511とすると、一方の相510と他方の相511とに時間的に位相のずれを有する交番信号である交流電圧を印加する。なお、各相を構成する半波長ごとの異極の分極領域を形成する隣り合う電極には互いに同位相の交流電圧が印加される。

【0008】そして、MOSFET550～553により前記一方の相510用のスイッチング回路を構成し、またMOSFET554～557により前記他方の相511用のスイッチング回路を構成しており、不図示のパルス発生回路から前記両方のスイッチング回路における各MOSFETにそれぞれ駆動周波数に応じた所定タイミングのパルス波形のパルス信号が出力され、トランス501、502により昇圧されて波形整形された交流電圧がそれぞれ各相510、511に印加される。

【0009】一方、図18に示す4相駆動振動型アクチュエータの駆動回路においては、振動型アクチュエータの振動体を例えばリング状の弾性体の片面に圧電素子を接合したタイプとし、両相に波長 $\lambda$ の定在波を複数波数形成する場合、前記リング状の圧電素子に対して $1/4\lambda$ の間隔で分極方向を同極とする領域を全周にわたり電極により形成し、前記電極のうち、一つおきの電極（半波長の間隔を有する）を一方の相とし、他の一つおきの電極（半波長の間隔を有し、結果として前記一方の相とは $1/4\lambda$ の間隔を有する）を他方の相とし、さらに前記一方の相を構成する隣接する電極については位相の反転した交流電圧を印加するようになしており、これを+側の相512と、-側の相513とする。同様に、他方の相においても各領域を形成する隣接する電極については位相の反転した交流電圧を印加するようになしており、これを+側の相514と、-側の相515としている。

【0010】そして、MOSFET558～561、MOSFET562～565、MOSFET566～569、MOSFET570～573により夫々スイッチング回路を構成し、不図示のパルス発生回路から前記4つのスイッチング回路における各MOSFETにそれぞれ駆動周波数に応じた所定タイミングのパルス波形のパルス信号が出力され、トランス503、504、505、506により昇圧されて波形整形された交流電圧がそれぞれ各相512、513、514、515に印加される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従来の振動型駆動回路では、パルス発生回路と、各相それぞれにトランス、スイッチング回路が必要であり、特に4相駆動振動型アクチュエータのような多相のアクチュエータではコストおよびスペース的に不利である。

【0012】また、相の数が多いと駆動回路を構成する各素子のばらつきにより出力電圧がばらついて、アクチュエータの特性や寿命に影響を及ぼすおそれがある。

【0013】本発明は以上の事情に鑑みて、部品点数を増やすことなく安価で省スペースな回路によって4相駆動振動型アクチュエータを駆動する回路を提供し、また特別な調整をすることなく相間の出力電圧のばらつきの少ない駆動回路を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、振動体の電気-機械エネルギー変換素子に共振振動の波長の4分の一波長おきに設けた4相の駆動相に、互いに時間的位

相差を有する4相の交流信号を印加することにより、共振振動の波長に対して半波長の位置的關係にある一方の2相の駆動相で形成される定在波と、他方の2相の駆動相で形成される定在波との合成により進行波を形成する4相駆動振動型アクチュエータの駆動回路において、駆動周波数に応じたパルスが発生するパルス発生手段と、前記パルス発生手段からのパルスによりスイッチング素子がオン・オフ制御されて第1のトランスに交流電圧を出力させる第1のスイッチング回路と、前記パルス発生手段からのパルスによりスイッチング素子がオン・オフ制御されて第2のトランスに交流電圧を出力させる第2のスイッチング回路とを有し、前記第1のトランスの二次側両端に前記一方の2相の駆動相を夫々接続し、前記第2のトランスの二次側両端に前記他方の2相の駆動相を夫々接続し、前記パルス発生手段から前記第1のスイッチング回路と前記第2のスイッチング回路へのパルスを90°の位相差を持って出力させたことを特徴とする。

【0015】すなわち、空間にアクチュエータの共振振動の波長の4分の一波長おきに配置されたA+、B+、A-、B-の4相の圧電素子に対して、時間的な位相がそれぞれ0°、90°、180°、270°または0°、-90°、180°、-270°の交流信号を印加して駆動する4相駆動振動型アクチュエータを駆動する駆動回路において、2組のトランス、スイッチング回路、パルス発生回路および直流電源からなり、各トランス、スイッチング回路、およびパルス回路の組でそれぞれ180°ずれた2相分を駆動する。

【0016】第2の発明は、上記第1の発明で、前記第1および第2のトランスの各一次側は夫々前記第1および前記第2のスイッチング回路に接続され、前記第1および第2のトランスの各二次側には接地されたセンタータップが設けられていることを特徴とする。

【0017】第3の発明は、上記第1または第2の発明で、前記第1および第2のスイッチング回路は、複数のスイッチング素子でブリッジ回路に構成され、前記第1および第2のトランスの一次側のコイルに電流を流す方向を駆動周波数で交互に切り替えることによって前記第1および第2のトランスに夫々2相分の交流信号を発生させることを特徴とする。

【0018】第4の発明は、上記第1または第2の発明で、前記第1および第2のトランスは、夫々一次側の巻き線に直流電源に接続されたセンタータップが設けられ、前記第1および第2のトランスの一次側の両端に夫々前記スイッチング素子を接続した第1および第2のスイッチング回路を構成し、前記第1および第2のスイッチング回路における一対の前記スイッチング素子に互いに時間的に180°ずれたパルスを供給することによって、前記第1および第2のトランスにそれぞれ2相分の交流信号を発生させることを特徴とする。

【0019】第5の発明は、上記第1および第2の発明で、前記第1および第2のトランスは、夫々一次側の巻き線に直流電源に接続されたセンタータップが設けられ、前記第1および第2のトランスの一次側の片端に前記スイッチング素子を接続すると共に他端にダイオードを接続して夫々第1および第2のスイッチング回路を構成し、前記第1および第2のスイッチング回路の前記各スイッチング素子を夫々駆動することによって、前記第1および前記第2のトランスに夫々2相分の交流信号を発生させることを特徴とする。

【0020】第6の発明は、上記第1または第2の発明で、前記第1および第2のトランスの一次側の巻き線の片端を直流電源に接続すると共に他端を前記スイッチング素子に接続して夫々前記第1および第2のスイッチング回路を構成し、前記第1および第2のスイッチング回路の前記各スイッチング素子を駆動することによって、前記第1および前記第2のトランスに夫々2相分の交流信号を発生させることを特徴とする。

【0021】第7の発明は、上記第2乃至第6のいずれかの発明で、前記第1および第2のトランスは、二次側の巻き線でセンタータップから両端の端子までのコイルと一次側の結合係数およびトランスの二次側の巻き線でセンタータップから両端の端子までのコイルのインダクタンス値がほぼ等しい値となるように調整されていることを特徴とする。

【0022】第8の発明は、上記第7の発明で、前記第1および前記第2のトランスは、二次側巻き線が壁部で仕切られた同じスペースに積層状に巻かれていて、インダクタンス値を調整するために内側のコイルと外側のコイルの巻き線数が異なることを特徴とする。

【0023】第9の発明は、上記第7の発明で、前記第1および第2のトランスは、バイファイラ巻きによって巻かれてセンタータップがつけられていることを特徴とする。

【0024】第10の発明は、上記第1の発明で、前記第1および第2のトランスの各一次側は夫々前記第1および前記第2のスイッチング回路に接続され、前記第1のトランスの二次側には前記一方の2相の駆動相の片方の電極が接続され、前記第2のトランスの二次側には前記他方の2相の駆動相の片方の電極が接続され、前記一方及び他方の駆動相の他方の各電極を互いに接続したことを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）まず、4相駆動振動型アクチュエータについて説明する。本実施の形態における振動体は、図13に示すように、円環形状に形成された金属製の弾性体101に、曲げ振動によって生じる周方向の変位を拡大する目的で、放射方向に延びる変位拡大用の溝104が周方向に沿って等間隔に複数形成されている。弾性体101の前記溝104が形成されている

面と反対側の面には、円環状の圧電素子102が接着剤、ろう付けなどの接合方法により固着されている。

【0026】図14は本実施形態の圧電素子102の電極、および分極パターンを示す。図14(a)はパターン電極面、図14(b)は裏面の共通電極面を示す。共通電極面が弾性体101に固着され、共通電極103-2が、弾性体101と電気的に導通している。

【0027】図14(a)に示した電極103-1 および分極パターンについて説明する。本実施の形態の振動体は、圧電素子の周方向の伸縮によって、定在波の波長を $\lambda$ とすると、1周に7つの曲げ変形を起こす振動モード(7 $\lambda$ )を用いるもので、分極処理方向(分極パターン)を全て同極として1つの電極を $\lambda/4$ の間隔で形成している。

【0028】図15(a)はA相定在波駆動時のA相駆動電極と、節の位置を示す。図15(b)はB相定在波駆動時のB相駆動電極と、節の位置を示す。

【0029】図15(a)において、(A+)、(A-)の記号で示した領域がA相駆動電極であって、(A+)電極と、(A-)電極には、互いに逆位相の交番電圧が印加される。なお、破線は、A相の定在波駆動時の節の位置を示す。

【0030】A相パターン電極は、A相の振動モードを励起するために、振動振幅が極大となる腹の位置に、各半波長( $\lambda/2$ )あたりに1つずつ14箇所において均等に配置されている。

【0031】図15(b)に示したB相パターンは、A相と位置的位相が4分の1波長( $\lambda/4$ )ずれた位置で7次の振動モードを励起させるため、A相パターンと $\lambda/4$ ずれた位置で、 $\lambda/2$ のピッチで均等に配置される。

【0032】A相パターン、B相パターンを同じ円周上に配置するため、A相、B相の各パターン電極は、 $\lambda/4$ の角度長を持つ、扇形の形状としている。

【0033】A、B相の各パターン電極は、図中(+)の記号で示すように、すべてが厚み方向に同じ極性に分極されている。

【0034】図16は、本実施の形態の圧電素子2への給電方法を示す。電圧印加のためのフレキシブルプリント基板107を圧電素子102に接着剤などで貼りつけている。フレキシブルプリント基板107の給電電極は、それぞれ(A+)、(A-)、(B+)、(B-)の4つの電極に分けられ、波長 $\lambda$ のピッチで設けられた電極露出部であるランド107-1が、圧電素子のパターン電極を波長 $\lambda$ のピッチでそれぞれ短絡している。

【0035】本実施の形態の振動体の駆動は、(A+)と(A-)電極間、および、(B+)と(B-)電極間に互いに時間的位相が90°ずれた交番電圧を印加する。

【0036】また、圧電素子の固着面の共通電極を挟ん

で(A+)と(A-)の圧電素子が直列に接続されるため、素子上で同極性に分極された分極領域が電気的には逆に接続され、(A+)と(A-)に接続された各分極領域は、互いに逆位相の伸縮力を発生することとなる。

【0037】こうして、A、Bの各相の定在波が、位置的位相差 $\lambda/4$ 、および時間的位相差90°をもって励起され、両定在波の合成により進行性の振動波が励起されることになる。

【0038】4相駆動振動型アクチュエータでは、分極方向が均一で振動体を構成する環状の弾性体の全周に圧電素子を均等に配置しているため、合成振動振幅の分布は共に全周に渡って均一にすることができるという特徴を有する。

【0039】このような4相駆動振動型アクチュエータの駆動回路の本発明の一実施の形態の構成を示したのが図1である。

【0040】ここで、1は直流電源、2~9はMOSFET、10、11はトランス、12~15は振動型アクチュエータの駆動相を示している。

【0041】MOSFET2~5を図示のごとく接続することにより第1のスイッチング回路を構成し、またMOSFET6~9を図示のごとく接続することにより第2のスイッチング回路を構成している。そして、前記第1のスイッチング回路は第1のトランス10の一次側に接続され、また前記第2のスイッチング回路は第2のトランス11の一次側に接続されている。

【0042】駆動相12は図15に示す電極(A+)に相当し、駆動相13は図15に示す電極(B+)に相当し、駆動相14は図15に示す電極(A-)に相当し、駆動相15は図15に示す電極(B-)に相当する。

【0043】したがって、駆動相12、13、14、15は振動型アクチュエータの環状の弾性体上に順に0°、90°、180°、270°の位相差で配置される。

【0044】また、第1のトランス10および第2のトランス11の二次側には、インダクタンス上の中点(センタータップと呼ぶ)が設けられており、このセンタータップを接地している。そして、第1のトランス10および第2のトランス11のインダクタンスは駆動相の静電容量とインピーダンスマッチングするように調整されている。

【0045】なお、このセンタータップはインダクタンスの中点であり、必ずしも巻き線の中点でない。

【0046】一方、第1のトランス10の二次側の両端には(A+)電極に相当する0°位置の駆動相12と(A-)電極に相当する180°位置の駆動相14が接続され、また第2のトランス11の二次側の両端には、(B+)電極に相当する90°位置の駆動相13と(B-)電極に相当する270°位置の駆動相15とが接続されている。

【0047】すなわち、第1及び第2のトランス10、

11の二次側の両端には、夫々空間的に180°ずれた駆動相12、14と、駆動相13、15が接続されている。

【0048】また、トランスの二次側の両端における交番信号の波形は、180°の反転した波形が出力され、センタータップ付トランスとすることで該二次側両端の波形のずれを少なくすることができる。

【0049】トランス10、11の一次側はMOSFETで構成された第1、第2のスイッチング回路のフルブリッジに接続されており、MOSFET2~5で構成される第1のスイッチング回路と、MOSFET6~9によって構成される第2の

スイッチング回路とは不図示の90°位相器によって互いに90°の位相差を有して駆動される。

【0050】なお、ここではスイッチング素子としてMOSFETを示したが、バイポーラトランジスタなどの他の半導体素子や制御可能な機械接点を用いても同様の構成が可能である。

【0051】図2は第1の実施の形態の動作を示した図である。AからHまでは不図示のパルス発生回路の発生する駆動パルスである。FET2、3、6、7はPチャンネルであるのでロジックレベルがローのときにFETが導通する。またFET4、5、8、9はNチャンネルなのでロジックレベルがハイのときにFETが導通する。パルスA~DとE~Hは相互の位相差が90°に調整されている。

【0052】今、パルスA、DによってMOSFET2、5がONすると、図1に示す第1のトランス10の一次側に上から下に電流が流れる。また、パルスC、BによってFET3、4がONすると、第1のトランス10の一次側に下から上に電流が流れる。この動作を振動体の駆動周波数で繰り返すことによって、第1のトランス10の二次側に駆動信号を発生させている。

【0053】このとき、第1のトランス10のインダクタンスと圧電素子の静電容量がインピーダンスマッチングされているため、第1のトランス10の二次側の両端の端子に昇圧された正弦波状の電圧が発生する。

【0054】その際、第1のトランス10の二次側にはインダクタンスの midpoint にセンタータップが設けられており接地されているので、トランスの二次側の両端にはグラウンドに対して対称な図2のI、Jの波形の電圧が発生する。

【0055】同様にMOSFET6~9で構成される第2のスイッチング回路と第2のトランス11からなる回路に、パルスE~Hを加えることによって、第2のトランス11の二次側の両端にグラウンドに対して対称な昇圧された2相の電圧K、Lを発生させることが出来る。

【0056】このとき、パルスA~DとパルスE~Hは相互の位相差が90°に調整されているため、結果として図1の回路において、例えば第1のトランス10の二次側から0°と180°、第2のトランス11の二次側から90°と270°の駆動信号を発生させることが出来る。

【0057】そして、第1のトランス10はアクチュエータの(A+)、(A-)電極12と14、第2のトランス

ス11の両端は(B+)、(B-)電極13と15に接続され、前述したような進行波を振動体上に励振する。このとき、振動体に圧接された移動体が進行波の方向と逆方向に駆動される。

【0058】また、図2の場合と逆方向に駆動する場合は、パルスA~DとE~Hの相互の位相差を-90°とすればよい。この構成によれば従来の図17の回路と比較してFETを8個、トランスを2個削減することができ、ローコスト化、省スペース化が可能となる。

【0059】図3(a)は本実施の形態のトランスの一例を示す断面図で、16は一次側コイル、17、18は二次側のコイルである。発生する電圧が高電圧の場合、相間の分離をしなければならない。

【0060】このとき、例えば図3(b)のような分離構成とすると、一次側のコイル16と二次側の内側のコイル17の結合係数とコイル16と18の結合係数が大きく異なるため電圧にアンバランスが生じてしまう。こうなるとモータの性能に悪影響を及ぼすばかりでなく、異常な磨耗の原因になるおそれがある。

【0061】図3(a)のように壁部であるパーティションで仕切られたスペース内に、コイル18の外周にコイル17が積層巻きの構成では、一次側のコイル16に対して二次側のコイル17と18は略対称であるので、そのようなアンバランスは非常に小さい。ただし、内側のコイル17と外側のコイル18では同じ巻き線数にするとインダクタンス値が異なった値になってしまうため、インダクタンス値を揃えるために巻き数を内と外で変える。

【0062】したがって、ここでのセンタータップは巻き線の真中ではなく、インダクタンス値の midpoint となる。なお、巻き線の耐圧等が問題にならない場合には、図4のように2本まとめて巻くバイファイラ巻きによって二次側の2つのコイル17、18およびセンタータップを作るのも良い方法である。

【0063】この場合、対称性が非常に良好となるため、2つの相の間の電圧は良く揃ったものとなり、前述したようなアンバランスによる不具合を防ぐことができる。

【0064】また、図5に示すように、ロータリーエンコーダー24からのパルスを速度カウンタ25で検出して速度を検出する速度検出手段からの速度情報を制御回路20に出力し、速度指令発生装置19からの速度指令と、前記速度情報とを比較して前記速度指令の値となるように適当な制御ゲインを掛けて、パルス発生回路21に対して駆動パルスの周波数、パルス幅などにフィードバックし、図1に示す回路にパルスを通電して第1、第2のトランスから0°、180°、90°、270°の位相ずれを有した交流電圧を4相駆動振動型アクチュエータ23の各相に印加する構成も可能である。

【0065】ここで、速度指令発生装置19とはマイク

ロコンピュータなどのシステムを制御している装置で、制御対象の目的に応じた速度指令を発生する。また図では速度を示したが、位置、トルク、出力等をフィードバックする構成も同様にして構成可能である。

【0066】(第2の実施の形態)図6は本発明における第2の実施の形態を示す回路図である。また、図7は図6の回路に対応する従来の回路である。ここで、26、43はDC電源、27~34、44~47はNチャンネルのMOSFET、35~38、48、49はトランスであり、39、40、41、42および50、51、52、53はそれぞれ4相駆動振動型アクチュエータのA+相、B+相、A-相、B-相を示す。

【0067】また、パルス発生回路は図1等と同様にし不図示とした。この型の回路はMOSFETがすべてNチャンネルで構成されるため、図1に示すブリッジ型のスイッチング回路と比較してブリドライバが簡単で、またスイッチング素子の数が少なくて済むという特徴を有する。

【0068】図6に示す本実施の形態における第1のトランス48及び第2のトランス49は一次側、二次側にそれぞれセンタータップを持ち、各センタータップは一次側は直流電源、二次側はグラウンドに接続されている。なお、このセンタータップはインダクタンスの中心であり、必ずしも巻きの中心でなくとも良い。

【0069】第1のトランス48の二次側の両端は振動型アクチュエータのA+相およびA-相に、第2のトランス49の二次側の両端は振動型アクチュエータのB+相およびB-相に接続されている。また、図8は図6の回路の動作を示す図である。

【0070】第1、第2のトランス48、49の一次側はMOSFET44~47をパルスM~Pによって上下のコイルに電流を流すプッシュプル駆動される。

【0071】この結果、第1及び第2のトランス48、49の二次側の両端には昇圧された交流電圧が生じる。このとき、二次側のセンタータップが接地されているため、二次側の両端にはグラウンドに対して対称な交流電圧、すなわち180°の位相差を持った電圧が発生する。

【0072】本実施の形態では、パルスM、NとO、Pは90°の位相差を持たせてあるため、第1、第2のトランス48、49の両端に発生する電圧の位相差も90°となり、その結果グラウンドに対して図6の回路で0°、90°、180°、270°の4相の駆動電圧を発生させることができる。

【0073】なお、この実施の形態でも第1の実施の形態と同様にしてセンタータップを作るためにトランスを積層巻きまたはバイファイラ巻きとするのが望ましい。また、図5のように速度信号や位置信号をフィードバックする構成も可能である。図7の従来の回路の詳しい動作説明は省略するが、4つのトランスおよびスイッチング回路で4相の電圧を発生している。これと比較して図6の回路によればFETおよびトランスの個数を半分にす

ることができる。

【0074】(第3の実施の形態)図9は本発明における第3の実施の形態を示す回路図である。この回路は図6の回路のうちMOSFET2つをダイオードに置き換えたものである。他の構成は図6と同じである。

【0075】動作波形を図10に示す。90°位相差のパルスU、VによってNチャンネルのMOSFET56、58をON、OFFする。MOSFETをOFFすると、トランスのインダクタンス成分によってFETのドレインに誘導電圧が発生する。これをリセットするのがダイオードおよびトランスのダイオード側の巻き線である。ダイオード側の巻き線はバイファイラ巻き等によってFET側の巻き線と高い結合係数を持つように巻かれている。

【0076】ここでFETのOFFによって誘導起電力が発生すると、それと対称なダイオードのカソードには逆極性の起電力が発生し、ダイオードがONしてトランスの一次側巻き線を介してエネルギーを電源コンデンサ65に回生する。この結果FETに掛かる誘導電圧が抑えられる。

【0077】二次側に発生する電圧はセンタータップが接地されているため、第1、第2の実施の形態と同様に、180°位相差の2相の交流電圧となる。このためトランス1個で2相分を駆動することが可能である。この回路では第2の実施の形態の回路と比較してスイッチング素子の数がさらに半分にできるため、ローコスト省スペースが可能である。

【0078】(第4の実施の形態)図11は本発明における第4の実施の形態を示す図である。また、図12は図11に示す第4の実施の形態をよりシンプルにした回路図で、図12の回路では少し波形が歪んで効率は劣るけれども、上記した第1~第3の各実施の形態と比較して最もローコスト、省スペースなのがこの回路である。

【0079】トランスの一次側は単層巻きで、二次側は第1~第3の実施の形態と同様である。トランスの一次側は片側が直流電源につながり、他方はスイッチング素子(MOSFET)に接続される。

【0080】動作波形は図10と同様である。

【0081】すなわち、90°位相差のU、Vの2相のパルスで駆動されトランスの二次側には図11、12で上から順に0°、180°、90°、270°の昇圧された駆動電圧が発生する。ここで、図11で抵抗67、コンデンサ68、ダイオード69および抵抗71、コンデンサ72、ダイオード73からなる回路はスナバ回路と呼ばれる回路である。MOSFETのOFF動作によってドレインに誘導起電力による誘導電圧が発生するが、この回路によって誘導エネルギーを吸収し、抵抗で消費することによって高圧が発生するのを防いでいる。なおFETの耐圧が十分にあるときは、このスナバ回路を省略して図12のようによりシンプルな回路を構成することも可能である。

【0082】(第5の実施の形態)図19は本発明における第5の実施の形態を示す図である。MOSFETからなるス



スイッチング素子602～609の駆動パルスは図1の回路と同様である。トランス610、611は1次側、2次側ともセンタータップがないものを用いており、トランス610、611の二次側両端に空間的に180°の位相差にあるアクチュエータの片方の駆動電極(相)612、613、614、615が接続されている。

【0083】また、各相612、613、614、615の他方の電極は、互いに接続されている。この回路の駆動波形は図2と同様になる。但し、この回路の場合アクチュエータに印加される電圧はグラウンド基準でなく、電極間電圧である。なお、アクチュエータの共通電極を接地または適当な電位に保つようにしても駆動可能である。この回路の利点として駆動に必要な信号線を1本減らすことができる。またトランスもタップを省略できるので小型化、ローコスト化が可能となる。なおスイッチング回路、トランス1次側の構成として図6、図7、図9、図11、図12と同様の形態を取ることも可能である。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、振動型アクチュエータの4相の駆動相に対して2つのトランスで駆動用の交流電圧を生成することができ、部品点数を増やすことなく安価で省スペースな回路によって4相駆動振動型アクチュエータを駆動する回路を提供できる。

【0085】また、トランスには、センタータップを設けているので、特別な調整することなく相間の出力電圧のばらつきの少ない駆動回路を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す回路図

【図2】図1の回路の動作を示す動作波形図

【図3】(a)は好ましいトランスの構造の一例を示す構造図、(b)は不適なトランスの構造図

【図4】トランスのバイファイラ巻きの一例を示す説明図

【図5】図1の回路を用いた駆動制御回路のブロック図

【図6】本発明の第2の実施の形態を示す回路図

【図7】本発明の第2の実施の形態に対応する従来の回

\* 路図

【図8】図6の回路の動作を示す動作波形図

【図9】本発明の第3の実施の形態を示す回路図

【図10】図9の回路の動作を示す動作波形図

【図11】本発明の第4の実施の形態を示す回路図

【図12】本発明の第4の実施の形態の変形例を示す回路図

【図13】本発明が適用される4相駆動振動型アクチュエータの振動体の斜視図

【図14】(a)は図13の圧電素子の分極パターンを示す図、(b)は反対面の全面電極を示す図

【図15】(a)は図13の圧電素子のA相、(b)は図13の圧電素子のB相を示す図

【図16】図13の圧電素子の給電部材を示す図

【図17】従来の2相駆動振動型アクチュエータの駆動回路

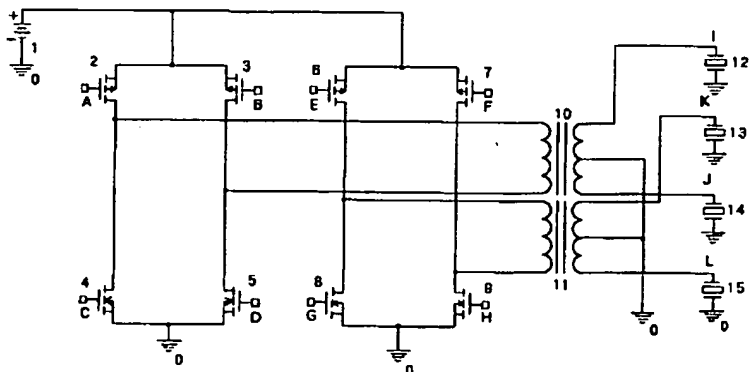
【図18】図17の回路を4相駆動振動型アクチュエータに適用した回路図

【図19】本発明の第5の実施の形態を示す回路図

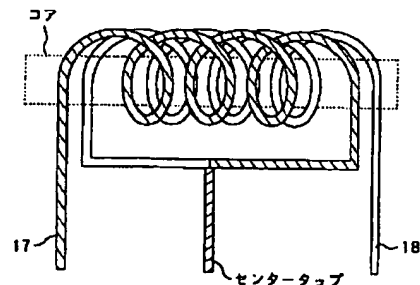
【符号の説明】

- 1、26、43、54、66、81、601 直流電源
- 10、11、35～38、48、49、59、60、75、76、84、85、611、612 トランス
- 2～9、27～34、44～47、56、58、70、74、82、83、602～610 MOSFET
- 12～15、39～42、50～53、61～64、77～80、86～89、613～616 振動型アクチュエータの駆動相
- 16、17、18 トランス巻き線(コイル)
- 55、57、69、73 ダイオード
- 65、68、72 コンデンサ
- 67、71 抵抗
- 101 弾性体
- 104 溝
- 102 圧電素子
- 103 電極
- 107 フレキシブルプリント基板

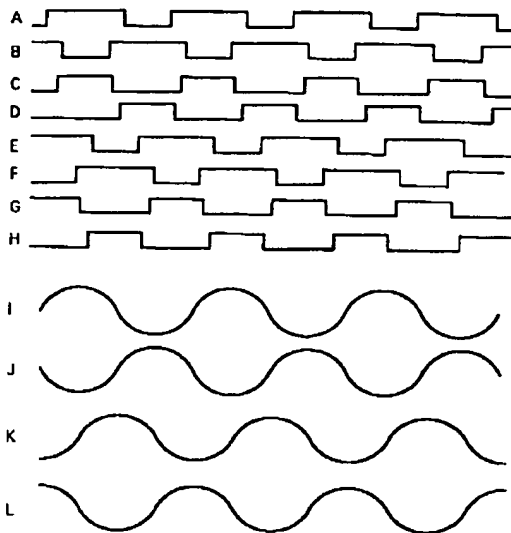
【図1】



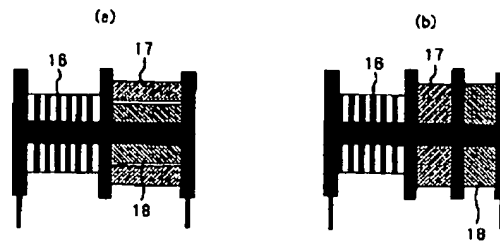
【図4】



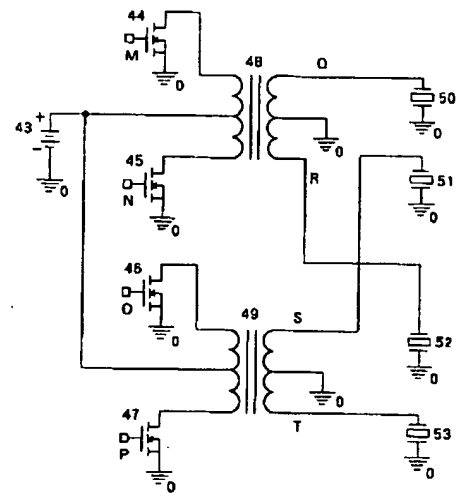
【図2】



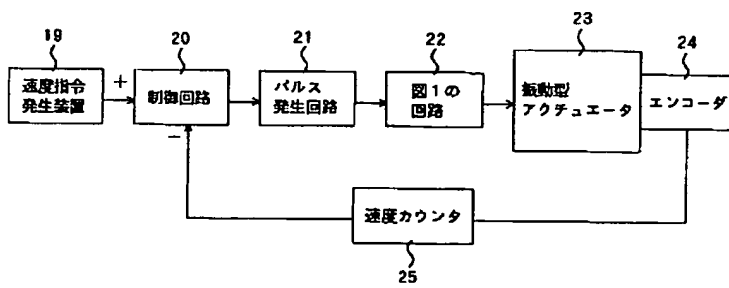
【図3】



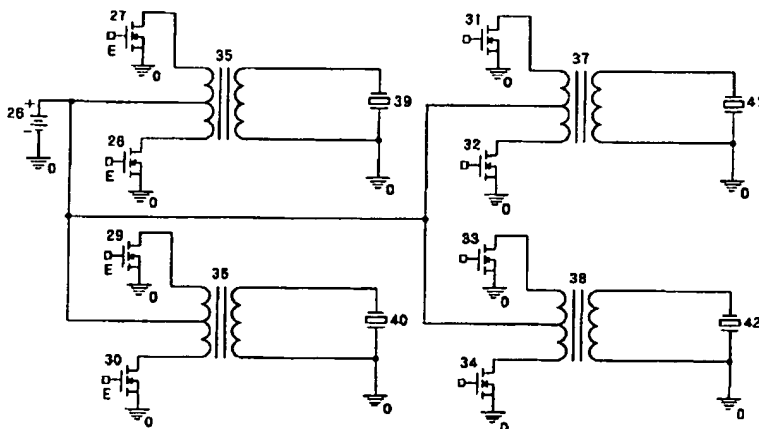
【図6】



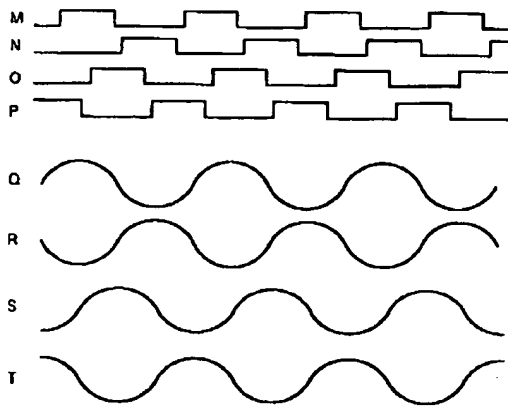
【図5】



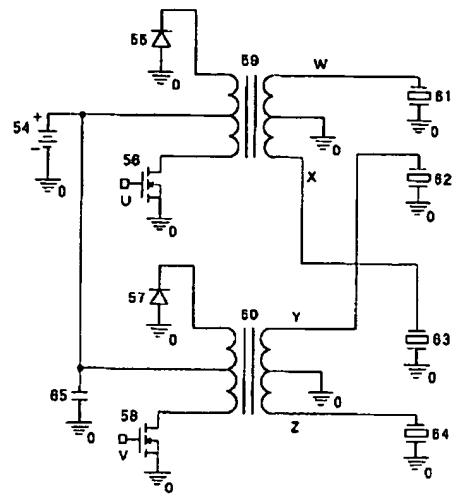
【図7】



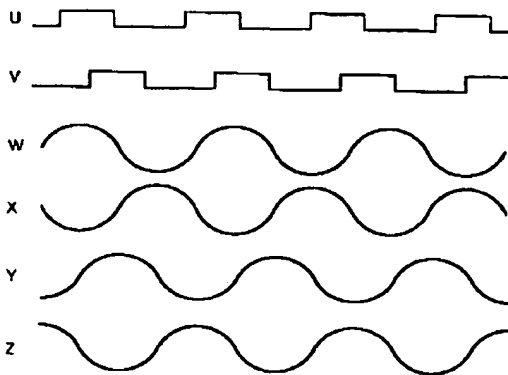
【図8】



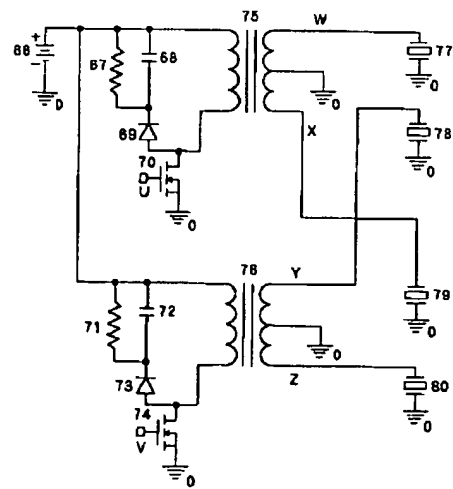
【図9】



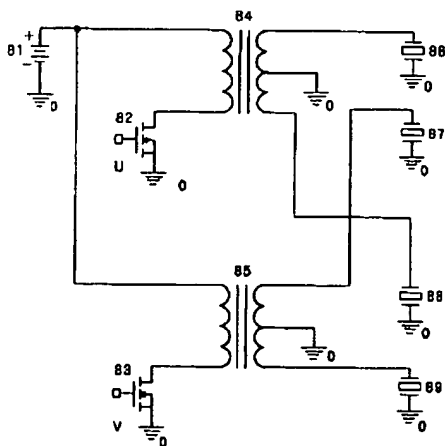
【図10】



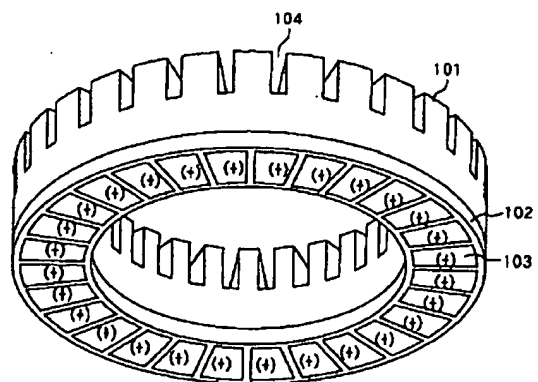
【図11】



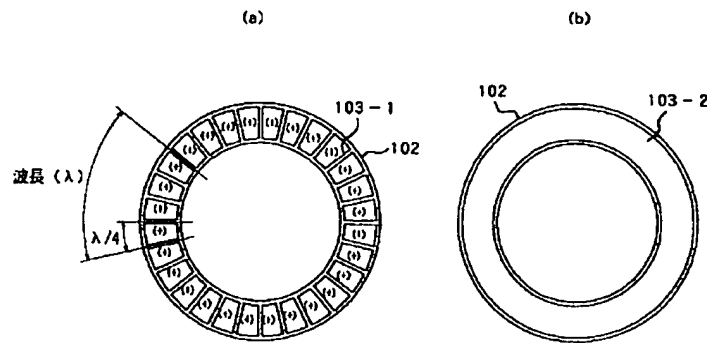
【図12】



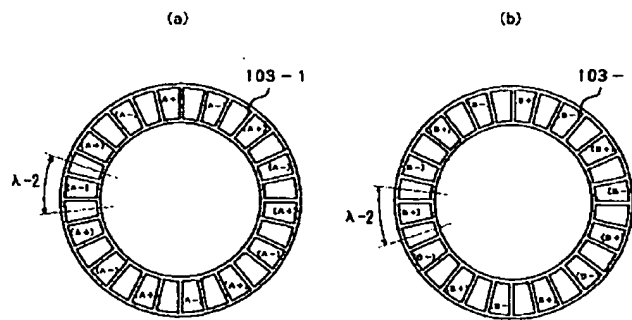
【図13】



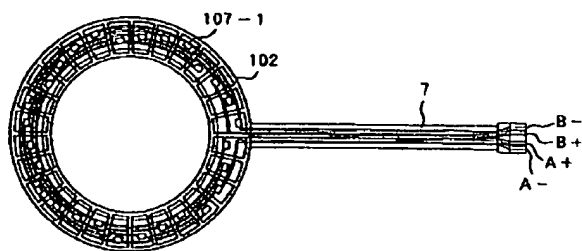
【図14】



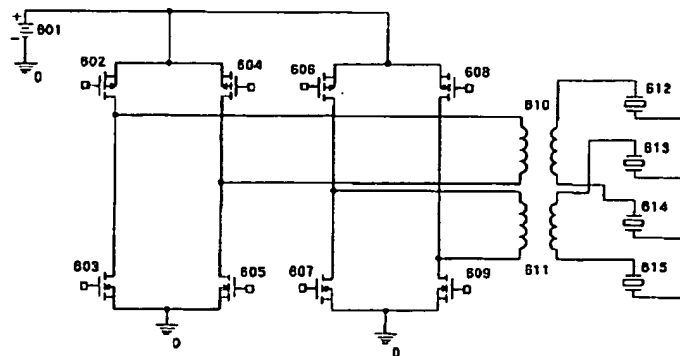
【図15】



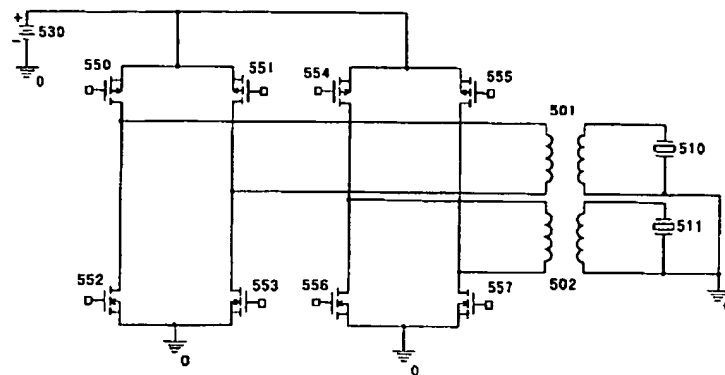
【図16】



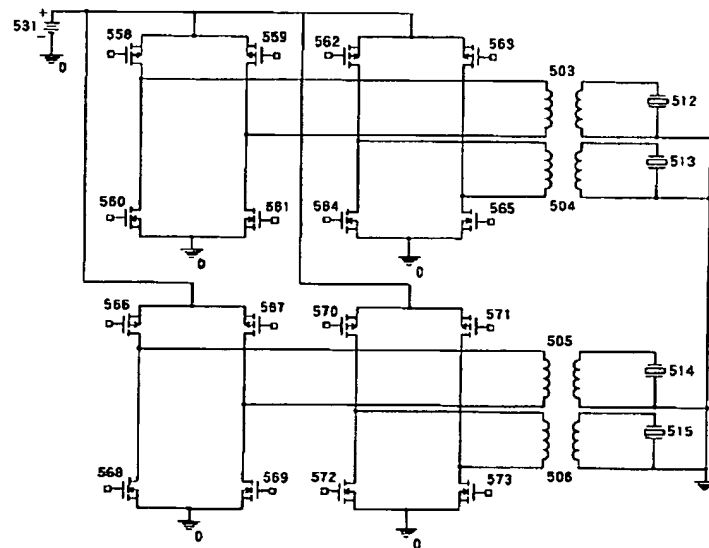
【図19】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H680 AA00 AA19 BB03 BB16 CC06  
 CC07 CC10 DD01 DD23 DD53  
 DD66 DD85 DD87 DD92 EE22  
 EE23 FF08 FF23 FF24 FF26  
 FF30 FF33 FF35 FF38